

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re patent application of

R. Yamamoto, et al.

Serial No. Not assigned

Group Art Unit: not assigned

Filed: Concurrently

Examiner: not assigned

For: Inkjet Printer Head

Commissioner of Patents

Box 1450

Alexandria, VA 22131-1450

SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENTS

Sir:

Submitted herewith is a certified copy of Japanese Patent Application Number 2003-023449, dated 1/31/2003 upon which application the claim for priority is based in the above-identified patent application.

Respectfully submitted,



Michael E. Whitham
Registration No. 32,635

Date: 1/30/04

Whitham, Curtis & Christofferson, PC
11491 Sunset Hills Road - #340
Reston, VA 201900
703/787-9400

Customer No. 30743

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2003年 1月31日
Date of Application:

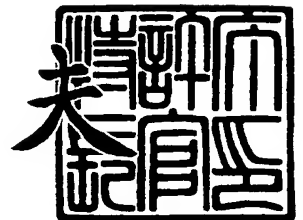
出願番号 特願2003-023449
Application Number:
[ST. 10/C]: [JP 2003-023449]

出願人 富士写真フイルム株式会社
Applicant(s):

2003年 9月 4日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井 康夫



出証番号 出証特2003-3072645

【書類名】 特許願

【整理番号】 FF501657

【提出日】 平成15年 1月31日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 B41J 2/05

【発明の名称】 インクジェットヘッド

【請求項の数】 3

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県足柄上郡開成町宮台 7 9 8 番地 富士写真フイルム株式会社内

 【氏名】 山本 亮一

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県足柄上郡開成町宮台 7 9 8 番地 富士写真フイルム株式会社内

 【氏名】 横内 力

【特許出願人】

 【識別番号】 000005201

 【氏名又は名称】 富士写真フイルム株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100080159

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 渡辺 望稔

 【電話番号】 3864-4498

【選任した代理人】

 【識別番号】 100090217

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 三和 晴子

 【電話番号】 3864-4498

【選任した代理人】

【識別番号】 100112645

【弁理士】

【氏名又は名称】 福島 弘薫

【電話番号】 3864-4498

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 006910

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0105042

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 インクジェットヘッド

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

発熱抵抗体を有し、この発熱抵抗体を通電することにより、発熱抵抗体近傍のインクの一部を沸騰して気泡を発生させる発熱ヒータと、発生した気泡の膨張によりインクを液滴として吐出する吐出ノズルと、を備えるインクジェットヘッドであって、

前記発熱ヒータは、前記発熱抵抗体と気泡の発生するインクとの間に積層された保護膜を持たず、かつ、前記発熱抵抗体の厚さが $2 \sim 5 (\mu m)$ であることを特徴とするインクジェットヘッド。

【請求項 2】

前記発熱抵抗体の前記厚さに対する前記発熱抵抗体の体積抵抗率の比が $100 \sim 4 \times 10^4 (\Omega)$ である請求項 1 に記載のインクジェットヘッド。

【請求項 3】

前記発熱抵抗体は、 $Ta-Si-O_3$ 元合金、 $Cr-Si-O_3$ 元合金、あるいは、 Ta 、 Cr 、 Si および O からなる合金材料で構成されたものである請求項 1 または 2 に記載のインクジェットヘッド。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、発熱ヒータを通電することによって沸騰したインクに発生する気泡の膨張力によってインクを液滴として吐出させる、サーマルインクジェット方式のインクジェットヘッドに関する。

【0002】

【従来の技術】

今日、発熱ヒータを通電することによってインクを沸騰させて発生する気泡の膨張力によってインクを液滴として吐出させるサーマルインクジェット方式のプリンタが広く用いられている。

この方式のプリンタに用いられるインクジェットヘッドのヘッド構成では、発熱ヒータを極めて短時間に通电してインクを加熱すればよいので、ヘッド構成が比較的簡単で済み、しかも印刷自体も正確に行うことができる他、さらに、発熱ヒータを基板上に大規模高密度に配置することもできるので、一般家庭用プリンタのみならず、捺染やオンデマンド印刷のような連続的にプリントする業務用プリンタとして用いられることも求められている。

【0003】

ところで、サーマルインクジェット方式のインクジェットヘッドでは、インクを吐出させるために発生した気泡が消滅する場合のキャビテーションにより発熱ヒータが損傷を受ける場合が多いため、耐キャビテーション用保護膜を発熱ヒータの発熱抵抗体の上に積層して発熱抵抗体を保護することが一般的に行われている。しかし、この保護膜は、発熱抵抗体とインクとの間に位置する積層膜であるため、発熱ヒータの熱がインクに瞬時に伝達されることが好ましいにもかかわらず、インクの加熱速度が鈍くなるといった不都合がある。

これに対して、下記特許文献1では、発熱抵抗体と気泡の発生するインクとの間に保護膜を積層することを必要とせず、発熱抵抗体に積層した保護膜を持たない発熱ヒータが提案されている。

【0004】

特許文献1によると、所定範囲の組成比率から成る膜厚が $0.1\mu\text{m}$ (1000\AA) のTa-Si-O三元合金薄膜抵抗体を発熱ヒータの発熱抵抗体として用いることで、電蝕がなく、 10^8 回のパルス通电においてもキャビテーション破壊に耐え得るインクジェットヘッドを構成できるとされている。

一方、下記特許文献2には、Ta-Si-Oからなる約 7000\AA の2層構造の膜を形成し、上部層に 100\AA 以上 500\AA 以下の自己酸化保護層を形成したサーマルインクジェットヘッドが記載されている。これにより、キャビテーション損傷と電蝕に強く、耐性の強いヘッドができるとされている。

【0005】

【特許文献1】 特開平9-174848号公報

【特許文献2】 特開2000-168088号公報

【 0 0 0 6 】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、今日サーマルインクジェット方式のプリンタは、上述したように、一般家庭用プリンタとしてのみならず、捺染やオンデマンド印刷のような連続的にプリントする寿命の長い耐久性に優れた業務用プリンタとして用いられることも求められている。一般家庭用プリンタとして用いる場合、インクジェットヘッドの発熱ヒータが故障して使用できなくなるまでに、少なくとも 10^8 回のパルス通電が寿命として補償されることが必要とされてきた。しかし、一般家庭用プリンタに比べて耐久性の向上が必要とされる業務用プリンタでは、寿命が一般家庭用プリンタに比べて格段に向上した、例えば 10^{10} 回のパルス通電に耐え得るインクジェットヘッドが望まれている。

【 0 0 0 7 】

しかし、上記特許文献 1 の発熱ヒータは、パルス通電による寿命はせいぜい 10^8 回程度であり、 10^{10} 回を越えるものではない。このため、上記特許文献 1 では、 10^{10} 回のパルス通電に耐え得るインクジェットヘッドが得られないといった問題があった。上記特許文献 2 においても、同様に、パルス通電による寿命が 10^{10} 回を越えるものではない。

【 0 0 0 8 】

そこで、本発明は、上記問題点を解決するために、発熱抵抗体の上に積層された保護層を持たず、一般家庭用プリンタに比べて寿命が格段に延びた、例えば 10^{10} 回のパルス通電に耐え得るインクジェットヘッドを提供することを目的とする。

【 0 0 0 9 】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、本発明は、発熱抵抗体を有し、この発熱抵抗体を通電することにより、発熱抵抗体近傍のインクの一部を沸騰して気泡を発生させる発熱ヒータと、発生した気泡の膨張によりインクを液滴として吐出する吐出ノズルと、を備えるインクジェットヘッドであって、前記発熱ヒータは、前記発熱抵抗体と気泡の発生するインクとの間に積層された保護膜を持たず、かつ、前記

発熱抵抗体の厚さが2～5 (μm)であることを特徴とするインクジェットヘッドを提供する。

【0010】

ここで、前記発熱抵抗体の前記厚さに対する前記発熱抵抗体の体積抵抗率の比が $100 \sim 4 \times 10^4$ (Ω)であるのが好ましい。

また、前記発熱抵抗体は、Ta-Si-O3元合金、Cr-Si-O3元合金、あるいは、Ta, Cr, SiおよびOからなる合金材料で構成されたものであるのが好ましい。

【0011】

【発明の実施の形態】

以下、本発明のインクジェットヘッドについて、添付の図面に示される好適実施例を基に詳細に説明する。

【0012】

図1(a)は本発明のインクジェットヘッドの一例であるインクジェットヘッド(以降、ヘッドという)10の概略斜視図であり、図1(b)は図1(a)に示すヘッド10のA-A'線に沿った矢視断面図である。

ヘッド10は、一方向に一定間隔で複数の円形状の吐出口11を有する吐出ノズル12が複数形成され、この吐出口11からインクを液滴として吐出する装置である。吐出口11のそれぞれに対して、吐出口11からインク液滴を吐出させるための吐出ユニットが形成されている。

【0013】

ヘッド10は、図1(a)に示すように、Siあるいはガラス等からなるヘッド基板14と隔壁層16とノズルプレート18とが積層されたヘッドであり、ヘッド基板14に対して略垂直方向にインク液滴を吐出させるトップシュータ型のヘッド構造を有する。

図1(b)に示すように、ヘッド基板14の面上には、インクに熱エネルギーを与えて部分的に沸騰させ気泡を発生させる発熱ヒータ20が形成され、このヘッド基板14の上に隔壁層16が積層され、この隔壁層16の上にノズルプレート18が積層されて構成される。

隔壁層 16 とノズルプレート 18 とは、ノズルプレート 18 側に熱硬化型接着剤が塗布されて形成された接着層 22 によって接着されている。

【0014】

隔壁層 16 は、感光性ポリイミドをヘッド基板 14 に塗布した後所望のインク供給流路 24 が形成されるようにフォトリソグラフィにてパターンニングして設けられたもので、厚さが例えば $10\ \mu\text{m}$ である。隔壁層 16 とヘッド基板 14 とノズルプレート 18 とがインク供給流路 24 の壁面となっており、また、ヘッド基板 14 に形成された発熱ヒータ 20 もインク供給流路 24 の壁面の一部となっている。インク供給流路 24 は図示されないインク貯蔵タンクに連通し、インク供給流路 24 を介して常時発熱ヒータ 20 に向けてインクが供給されるようになっている。

隔壁層 16 とノズルプレート 18 とを接着する接着層 22 は、熱硬化型接着剤が用いられる他、紫外線硬化型接着剤や熱可塑性接着剤が用いられてもよい。

【0015】

ノズルプレート 18 は、アラミド等を材料とする厚さが例えば $10\ \mu\text{m}$ のものであり、このノズルプレート 18 には、インク供給流路 24 を挟んで発熱ヒータ 20 と対向する位置に吐出口 11 をインク吐出側先端に備える円筒状の吐出ノズル 12 が設けられている。

なお、ノズルプレート 18 は、アラミドの他、PEN（ポリエーテルニトリル）やポリイミド等のポリマフィルムを用いてもよい。

【0016】

ヘッド基板 14 に形成される発熱ヒータ 20 は、例えば、最下層に Ta_2O_5 や SiO_2 等からなる図示されない断熱層が設けられ、この上に、組成が Ta-Si-O からなる発熱抵抗体 20a が設けられ、さらに、この上に発熱抵抗体 20a に電圧を印加する Ni からなる配線電極 20b, 20c が設けられ、発熱抵抗体 20a に電圧を印加することで発熱し発熱抵抗体 20a 近傍に位置するインク供給流路 24 中のインクの一部を加熱する発熱ヒータ 20 が形成されている。なお、発熱抵抗体 20a は、例えば $20\ \mu\text{m} \times 20\ \mu\text{m}$ 等の正方形形状を成し、表面には、厚さが例えば $0.1\ \mu\text{m}$ 以下の発熱抵抗体 20a の自己酸化被膜が形

成され、発熱抵抗体 20a の厚さが $2 \sim 3 \mu\text{m}$ となっている。

【0017】

図 2 は、発熱ヒータ 20 を詳細に説明した拡大断面図である。

発熱ヒータ 20 は、配線電極 20b, 20c と発熱抵抗体 20a とを有して構成され、配線電極 20c は、図 1 (b) に示される駆動回路 28 に接続され、発熱ヒータ 20 の発熱のための駆動信号が供給される。一方、配線電極 20c は、配線電極 20c と同様の各吐出ユニットの配線電極とまとめられて共通電極となって接地されている。

ヘッド基板 14 には、最下層に Ta_2O_5 や SiO_2 等からなる図示されない断熱層が設けられ、この上に、組成が Ta-Si-O からなる発熱抵抗体層 30 が形成される。

【0018】

発熱抵抗体層 30 は、例えば、 Ta および Si からなる酸化物の含まれない HIP 法焼結ターゲットを用いて RF マグネトロンスパッタにより成膜されたものである。

なお、成膜直前の真空チャンバ内のベース圧を 10^{-5} (Pa) とした後、 Ar と O_2 とからなるガス雰囲気 (Ar に対する O_2 の原子%の比が $0.1 \sim 0.2$) のガス圧を 0.6 (Pa) とし、RF マグネトロンスパッタにより、投入エネルギーを $15 \sim 50$ (kW/m^2) とし、ヘッド基板 14 を加熱、冷却することなく成膜する。

この後、高磁場中での高速スパッタ法で電極層を形成し、この電極層をフォトエッチングで配線電極 20b, 20c の形状に加工して、発熱抵抗体 20a が表面に露出した発熱ヒータ 20 が作られる。

【0019】

なお、発熱抵抗体 20a の最表面には、 Ta-Si-O の 3 元合金の自己酸化被膜が形成されている。この自己酸化被膜は耐キャビテーション性に優れた被膜であり、電蝕を防止することができる。発熱抵抗体 20a は、この自己酸化被膜を含めた厚さが $2 \sim 5 \mu\text{m}$ であることを特徴とし、これにより、後述するように 10^{10} 回のパルス通電に耐え得ることができる。

【0020】

なお、発熱抵抗体 20 a の厚さは $2 \sim 5 \mu\text{m}$ であり厚膜となっているので、抵抗値自体が低下する傾向にある。それ故、発熱抵抗体 20 a の厚さに対する発熱抵抗体 20 a の体積抵抗率の比率を $100 (\Omega)$ より小さくすると、インクを加熱して気泡を発生させる程度の熱エネルギーを投入するために多大の電流を流す必要が生じ、この多大の電流を流すことができるように配線電極 20 b, 20 c の幅や厚さ等のサイズを限定したり駆動回路 28 の構成を定めなければならず、コストが増大し実用的なインクジェットヘッドを提供することができない。一方、発熱抵抗体 20 a の厚さに対する発熱抵抗体 20 a の体積抵抗率の比率を $4 \times 10^4 (\Omega)$ より大きくすると、発熱抵抗体 20 a の抵抗値自体が高くなるため、駆動電圧が高くなり駆動回路 28 のコストが増大し、実用的なインクジェットヘッドを提供することはできない。

これより、発熱抵抗体 20 a の厚さに対する発熱抵抗体 20 a の体積抵抗率の比率は $100 \sim 4 \times 10^4 (\Omega)$ であるのが好ましい。なお、体積抵抗率に電流の流れる発熱抵抗体 20 a の距離を乗算し、発熱抵抗体 20 a の電流の流れる断面積で除算することで発熱抵抗体の抵抗値が得られる。

これにより、例えば $20 \mu\text{m} \times 20 \mu\text{m}$ 等の正方形形状の発熱抵抗体 20 a の抵抗値を、上限として $4 \times 10^4 (\Omega)$ とすることができ、インクの吐出に必要な電力を 1 W とすると、駆動電圧を実用範囲の上限である 200 (V) に設定することができる。

【0021】

【実施例】

このような発熱ヒータのヒータサイズを $20 \mu\text{m}$ □、隔壁層 16 の隔壁高さを $10 \mu\text{m}$ とし、ノズルプレート 18 の厚さを $10 \mu\text{m}$ とし、吐出口 11 の径を $15 \mu\text{m}$ としたトップシュータ型のヘッドを、発熱抵抗体の厚さを $0.75 \sim 5 \mu\text{m}$ の範囲で種々変えて作製し（実施例 1, 2 と比較例 1, 2）、各ヘッドの寿命を調べた。なお、発熱抵抗体の厚さを $5 \mu\text{m}$ を越すものは、安定して作製することができなかった。

【0022】

なお、発熱抵抗体をRFマグネトロンスパッタにより成膜する際のスパッタに用いるパワーを1 (kW) とし、Arに対するO₂の原子%の比を0.2とした雰囲気中で、TaおよびSiからなる酸化物の含まれないHIP法焼結ターゲットを用いてスパッタを行った。発熱抵抗体は、予めRFマグネトロンスパッタによる発熱抵抗体の積層レートを求めておき、この積層レートを基にスパッタ時間を制御することによって、所望の厚さのものを作製した。

発熱抵抗体の抵抗値を直接測定し、さらに、吐出したインク液滴の吐出速度を測定して吐出速度が10%減少した時のパルス通電回数の時点を寿命と定めて寿命を測定した。

下記表1には、発熱抵抗体の厚さと抵抗値および寿命の測定結果が示されている。

【0023】

【表1】

表1

| | 発熱抵抗体の 厚さ(μm) | 抵抗値(k Ω) | 寿命(回) |
|------|-------------------------------|------------------|--------------------|
| 実施例1 | 2 | 5 | 2×10^{10} |
| 実施例2 | 5 | 2 | 5×10^{10} |
| 比較例1 | 0.75 | 13 | 4×10^8 |
| 比較例2 | 1.5 | 10 | 5×10^9 |

【0024】

上記表1より、発熱抵抗体の厚さが2～5 (μm) の場合、パルス通電回数の寿命が 10^{10} を越え、厚さが(2 μm) より小さい場合、寿命が 10^{10} 回を下回っている。

【0025】

これは、キャビテーションにより発熱抵抗体の表層に形成されている自己酸化被膜が一部損傷し、内部の発熱抵抗体の一部露出したとしても、インク吐出のための発熱により電蝕を防止する程度の自己酸化被膜が短時間で新たに形成されて依然としてインク液滴を吐出させる発熱抵抗体としての機能を有するものと考えられる。このため、パルス通電による発熱抵抗体は、キャビテーションにより

発熱抵抗体の深さ方向にある程度削り取られ、気泡の発生のための発熱作用を部分的に起こさなくなつて発生する気泡のサイズが実質的に減少した場合、初めて寿命を迎えるものといえる。したがって、本発明では、パルス通電の寿命を 1 0¹⁰回以上とするために、発熱抵抗体の厚さは 2 μ m 以上であることが必要である。

一方、発熱抵抗体の厚さが 5 (μ m) を越えると、発熱抵抗体の内部応力が大きくなり、発熱抵抗体がヘッド基板から自ら剥離したり割れが発生し、安定して発熱抵抗体を得ることができない。たとえ、厚さが 5 (μ m) を越える発熱抵抗体を得ることができたとしても、発熱抵抗体の厚さが厚くなることにより抵抗値が低下し、このため、上述したように印加する電圧および電流を考慮して配線電極のサイズおよび駆動回路の構成を設定しなければならず、コストが増大し実用的インクジェットヘッドを提供できなくなる。

【 0 0 2 6 】

なお、上記実施形態の発熱抵抗体は、T a - S i - O 3 元合金を用いたものであるが、本発明においては、これに限定されず、耐電蝕性、耐キャビテーション性に優れた合金材料であればよい。例えば、C r - S i - O 3 元合金を発熱抵抗体に用いてもよい。例えば、C r および S i からなる酸化物の含まれない H I P 法焼結ターゲットを用いて R F マグネトロンスパッタにより成膜される。

さらには、T a, C r, S i および O からなる合金材料で構成された発熱抵抗体であってもよい。

【 0 0 2 7 】

以上、本発明のインクジェットヘッドについて詳細に説明したが、本発明は上記実施例に限定はされず、本発明の要旨を逸脱しない範囲において、各種の改良および変更を行ってもよいのはもちろんである。例えば、発熱ヒータの形成されたヘッド基板に対して平行な方向にインク液滴を吐出させるサイドシュータ型のインクジェットヘッドであってもよい。

【 0 0 2 8 】

【発明の効果】

以上、詳細に説明したように、本発明のインクジェットヘッドは、発熱抵抗体

と気泡の発生するインクとの間に積層された保護膜を持たない発熱ヒータであって、発熱抵抗体の厚さを 2 ～ 5 (μm) とするので、一般家庭用プリンタに比べて寿命が格段に延びた、例えば 10^{10} 回のパルス通電に耐え得るインクジェットヘッドを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 (a) は、本発明のインクジェットヘッドの一例であるヘッドの概略斜視図であり、(b) は (a) に示すヘッドの A - A' 矢視断面図である。

【図 2】 図 1 (b) に示す発熱ヒータの拡大断面図である。

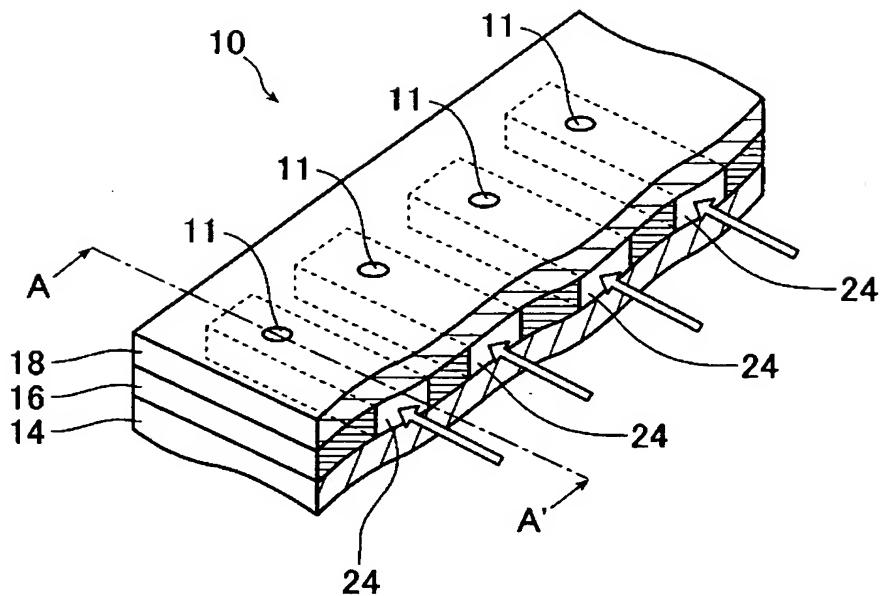
【符号の説明】

- 1 0 インクジェットヘッド
- 1 1 吐出口
- 1 2 吐出ノズル
- 1 4 ヘッド基板
- 1 6 隔壁層
- 1 8 ノズルプレート
- 2 0 発熱ヒータ
- 2 0 a 発熱抵抗体
- 2 0 b, 2 0 c 配線電極
- 2 2 接着層
- 2 4 インク供給流路
- 2 8 駆動回路
- 3 0 発熱抵抗体層

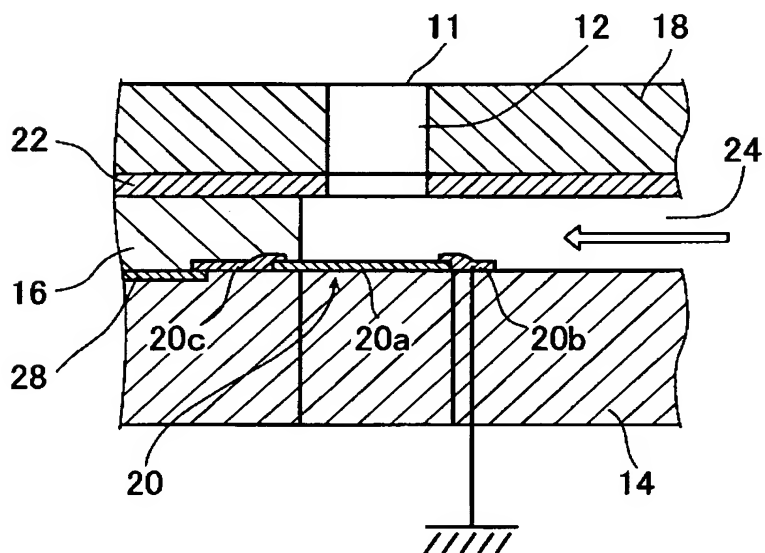
【書類名】 図面

【図 1】

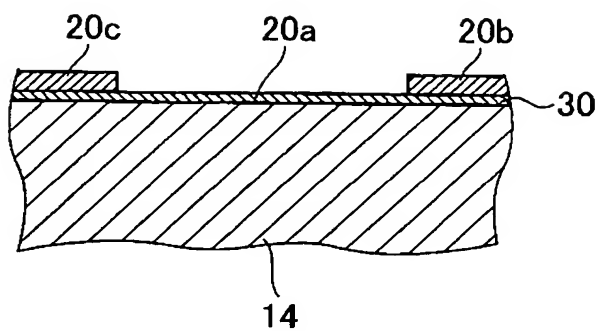
(a)



(b)



【図 2】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 発熱抵抗体の上に積層された保護層を持たず、一般家庭用プリンタに比べて寿命が格段に延びた、例えば 10^{10} 回のパルス通電に耐え得るインクジェットヘッドを提供する。

【解決手段】 インクジェットヘッド 10 は、発熱抵抗体 20a を有し、この発熱抵抗体 20a を通電することにより、発熱抵抗体近傍のインクの一部を沸騰して気泡を発生させる発熱ヒータ 20 と、発生した気泡の膨張によりインクを液滴として吐出する吐出ノズル 12 とを備え、発熱ヒータ 20 は、発熱抵抗体 20a と気泡の発生するインクとの間に積層された保護膜を持たず、かつ、発熱抵抗体 20a の厚さが $2 \sim 5 (\mu m)$ である。また、発熱抵抗体 20a の厚さに対する体積抵抗率の比が $100 \sim 4 \times 10^4 (\Omega)$ である。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 3 - 0 2 3 4 4 9

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 5 2 0 1]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 1 4 日

[変更理由]

新規登録

住 所

神奈川県南足柄市中沼 2 1 0 番地

氏 名

富士写真フイルム株式会社